

## MORTAR GEOPOLIMER MATERIAL PENYUSUN MORTAR BARU RAMAH LINGKUNGAN

Achmad Fauzi Musyafa<sup>1</sup>, Taufiq Rochman<sup>2</sup>, Aulia Rahman<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

[fauzighozi22@gmail.com](mailto:fauzighozi22@gmail.com)<sup>1</sup>, [taufiq.rochman@polinema.ac.id](mailto:taufiq.rochman@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [aulia.rahman@polinema.ac.id](mailto:aulia.rahman@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penggunaan semen dalam dunia konstruksi memberikan kontribusi terhadap penumpukan gas karbon dioksida. Geopolimer menjadi salah satu alternatif dalam mengurangi penggunaan semen dalam dunia konstruksi. Dengan pemanfaatan material yang mengandung silika dan alumina dapat berasal dari limbah pembakaran batu bara, abu sekam dan material vulkanik dapat digunakan sebagai material penyusun geopolimer. Penelitian ini bertujuan guna mengetahui pengaruh komposisi alkali aktivator dalam mortar geopolimer berbahan dasar fly ash. Penelitian ini menganalisis rasio komposisi NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> pada mortar geopolimer dengan acuan sifat mekanis yang meliputi uji kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan berat jenis teringan. *Silica Fume + Fly Ash + Pasir + NaOH + Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + Fiberglass* merupakan komposisi penyusun mortar geopolimer yang direncanakan. Pada mortar geopolimer yang direncanakan memiliki karakteristik benda uji yang cepat mengering serta mudah dalam proses pengerjaan.

**Kata kunci:** mortar geopolimer, NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur.

### ABSTRACT

*The use of cement in the construction world contributes to the accumulation of carbon dioxide gases. Geopolymers become one of the alternatives in reducing the use of cement in the world of construction. With the use of materials containing silica and aluminum can be derived from coal-burning waste, ashes and volcanic materials can be used as geopolymers assembly materials. The study aims to find out the effects of activator alkali composition in fly ash-based geopolymeral mortars. The study analyzed the NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> composition ratio on a geopolymeral mortar with a mechanical properties benchmark that included a test of pressure strength, pull strength, flexibility strength and lightweight type weight. Silica Fume + Fly Ash + Sand + NaOH + Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + Fiberglass is a planned composition of geopolymeral mortars. On the planned geopolymeral mortar has the characteristics of the test object that quickly dries and is easy in the process of construction.*

**Keywords:** geopolymer mortar, NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, compressive strength, tensile strength, flexural strength.

### 1. PENDAHULUAN

Beton dikenal sebagai material bangunan yang sering digunakan dalam proses pelaksanaan konstruksi. Beton tersusun dari pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar) dan semen sebagai bahan pengikat. Selain memiliki harga yang relatif murah, beton juga mudah untuk dikerjakan serta dapat dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Namun penggunaan semen secara terus-menerus akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan [1].

7% dari produksi emisi gas CO<sub>2</sub> di alam adalah berasal dari produksi semen dan setiap pengurangan 1 ton produksi semen mengakibatkan pengurangan 1 ton emisi gas CO<sub>2</sub>.

Kecenderungan pada saat ini dan nanti adanya peningkatan penggunaan kombinasi antara *portland* semen dengan sebagian besar mineral tambahan, berupa material pozolan buatan seperti *slag* dan *fly ash* atau material pozolan alam lainnya. Jika ingin mencapai perubahan yang drastic dalam penggunaan material semen, maka suatu hal yang harus dipertimbangkan adalah merubah total cara pandang dalam menggunakan material semen untuk kebutuhan pekerjaan konstruksi yaitu dengan cara mengembangkan material dan model konstruksi yang secara drastis dapat mengurangi jumlah penggunaan semen tanpa mengurangi kinerja struktural [2].

Kebutuhan akan beton di seluruh dunia semakin meningkat demikian juga dengan produksi semen sebagai bahan dasar pembuatan beton. Dalam proses produksinya semen mengeluarkan gas CO<sub>2</sub> yang menimbulkan efek rumah kaca. Karena alasan inilah mulai dikembangkan bahan alternatif pengganti semen. Salah satu bahan alternatif yang mulai dikembangkan ialah material geopolimer [3] Beton geopolimer mulai diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan sebagai solusi beton inovasi untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> akibat penggunaan semen portland. Material dasar pembentuk pasta geopolimer adalah sumber pozolan baik dari alam maupun pozolan buatan. Material yang bersifat pozolan mengandung silika dan alumina dapat digunakan sebagai binder (pengikat) diantaranya adalah fly ash, metakaolin dan abu sekam atau material vulkanik [4].

## 2. METODE

Pada penelitian dimulai dengan pembuatan benda uji tekan kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm mengacu pada SNI 6835-2002. *Silica Fume + Fly Ash + Pasir + NaOH + Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + Fiberglass* merupakan komposisi penyusun mortar geopolimer yang direncanakan. Penggunaan 5% *Silica Fume*, 50% *Fly Ash*, 25% Pasir, 1% *Fiberglass* direncanakan konstan dalam jumlah RUN yang tersedia. Variasi NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> direncanakan dari perbandingan 1:2,5 sampai dengan 1:3 pada RUN tersedia dengan molaritas NaOH yang direncanakan adalah 12 molar.

Penentuan komposisi terpilih mengacu pada komposisi yang efisien dengan mempertimbangkan nilai kuat tekan tertinggi, berat jenis, tingkat kemudahan dalam pengerjaan. Komposisi terpilih digunakan sebagai komposisi dalam pengujian tarik, pengujian lentur posisi tidur, dan pengujian lentur posisi berdiri.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut.

### Hasil Pengujian Tekan Kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm

Pengujian tekan benda uji kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm dilakukan pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari menggunakan mesin *compressive test machine*. Pengujian dilakukan hingga didapatkan nilai pembebanan maksimum pada benda uji. **Tabel 1** menunjukkan hasil pengujian tekan maksimum benda uji kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Tekan Benda Uji Kubus

RUN	A (mm <sup>2</sup> )	P (kN)	σ (MPa)	w (gram)	BJ (kg/m <sup>3</sup> )
1	2.539,80	52	20,47	270,10	2.077,36

2	2.482,50	63	25,38	261,80	2.002,48
3	2.498,38	62	24,82	263,90	2.029,20
4	2.450,00	55	22,45	267,20	1.994,19
5	2.494,10	54	21,65	267,20	1.958,79
6	2.509,85	62	24,70	268,40	2.018,91
7	2.504,44	66	26,35	264,70	2.019,97
8	2.494,80	66	26,46	259,00	2.038,74
9	2.484,90	60	24,15	268,90	2.077,36
10	2.479,95	65	26,21	265,50	2.002,48
11	2.479,55	43	17,34	275,00	2.029,20

Berdasarkan pemaparan diatas ditetapkan RUN-8 sebagai komposisi terpilih yang digunakan sebagai struktur *u-ditch*. Pada RUN-8 memiliki rasio NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sebesar 2,85 dengan nilai kuat tekan maksimum pada RUN-8 sebesar 26,46 MPa, nilai berat jenis 1.988,1 kg/m<sup>3</sup> dimana berat jenis yang dimiliki RUN-8 adalah berat jenis teringan kedua dari total RUN yang tersedia.



**Gambar 1.** Pengujian Tekan Kubus 5x5x5 cm

### Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan komposisi terpilih di tetapkan RUN-8 sebagai komposisi terpilih. Pengujian tarik *dogbone* dilakukan menggunakan mesin *Universal Testing Machine*.



**Gambar 2.** Pengujian Tarik

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Benda Uji Tarik

Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	σ max (MPa)
8-2	169	13,600	16,040	218,144	0,981
8-3	183	12,870	14,980	192,793	0,965

### Hasil Pengujian Lentur Posisi Berdiri

Berdasarkan komposisi terpilih di tetapkan RUN-8 pada pengujian posisi berdiri, pengujian dilakukan menggunakan alat *California Bearing Ratio* (CBR). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai tegangan lentur berdiri maksimum tertinggi terdapat pada LB8-3 sebesar 0,337 MPa dengan nilai regangan sebesar 0,0012.



**Gambar 3.** Pengujian Lentur Posisi Berdiri  
**Hasil Pengujian Lentur Posisi Tidur**

Berdasarkan komposisi terpilih di tetapkan RUN-8 pada pengujian posisi tidur, pengujian dilakukan menggunakan alat *California Bearing Ratio* (CBR). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai tegangan lentur tidur maksimum tertinggi terdapat pada LB8-2 sebesar 0,280 MPa dengan nilai regangan sebesar 0,0011.



**Gambar 3.** Pengujian Lentur Posisi Tidur

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan nilai uji tekan tertinggi didapatkan pada RUN-8 dengan penggunaan rasio NaOH/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sebesar 2,85. Nilai kuat tekan maksimum

pada RUN-8 sebesar 26,46 MPa, nilai berat jenis sebesar 1.988,1 kg/m<sup>3</sup> dimana berat jenis yang dimiliki RUN-8 adalah berat jenis rata-rata teringan kedua pada jumlah RUN yang tersedia. Berdasarkan analisa dan pembahasan hasil pengujian tarik *dog bone* nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi terdapat pada benda uji T8-2 dengan nilai tegangan tarik sebesar 0,981 MPa. Berdasarkan analisa dan pembahasan hasil pengujian lentur didapatkan nilai tegangan lentur rata-rata posisi berdiri tegangan lentur berdiri maksimum tertinggi terdapat pada LB8-3 sebesar 0,337 MPa dengan nilai regangan sebesar 0,0012. Hasil pengujian lentur posisi tidur pengujian didapatkan nilai tegangan lentur berdiri maksimum tertinggi terdapat pada LB8-2 sebesar 0,280 MPa dengan nilai regangan sebesar 0,0011.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wagola, E. S., Djamaludin, R., & Irmawaty, R. (2017). Kapasitas Lentur Saluran Drainase Beton Pracetak (U-ditch). *Jurnal Sains & Teknologi*, 6(1), 99-103.
- [2] Waani, J. E., & Elisabeth, L. (2017). Substitusi material pozolan terhadap semen pada kinerja campuran semen. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, ISSN, 0853-2982.
- [3] Risdanareni, Puput., Triwulan., & Ekaputri, J, J. (2014). Pengaruh Molaritas Aktifator Alkalin Terhadap Kuat Mekanik Beton Geopolimer Dengan Trass Sebagai Pengisi. *Jurnal Teknik Sipil ITS*.
- [4] Ekaputri, Januarti. (2013). Sodium sebagai Aktifator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil*. 20. 1-10. 10.5614/jts.2013.20.1.1.
- [5] SNI-03-6825-2002. (2002). Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil.
- [6] ASTM D3039. (1995). *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*.
- [7] ASTM D7264. (n.d). *Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials*.